

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003156686
 PUBLICATION DATE : 30-05-03

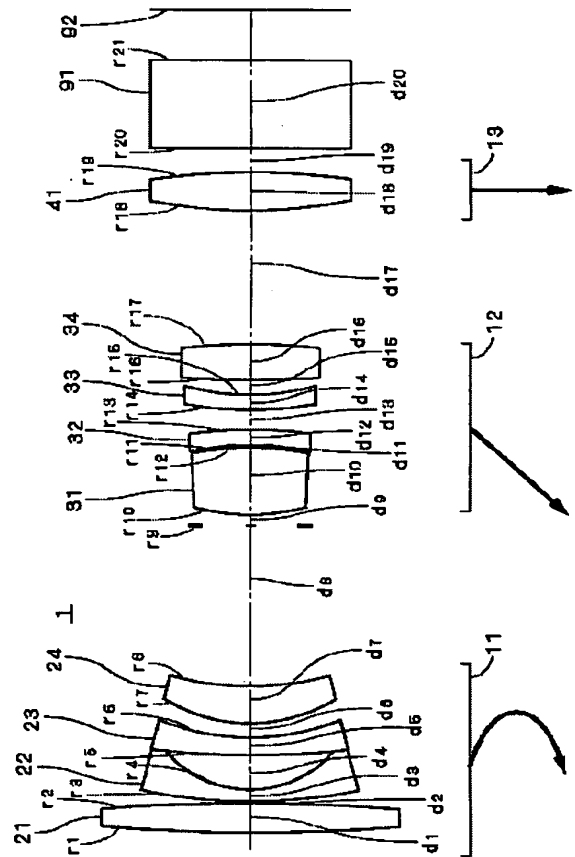
APPLICATION DATE : 21-11-01
 APPLICATION NUMBER : 2001355659

APPLICANT : OPTECH:KK;

INVENTOR : KUDO YOSHINOBU;

INT.CL. : G02B 15/163 G02B 13/18 G02B 15/20

TITLE : ZOOM LENS



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact and inexpensive zoom lens keeping a high zoom ratio while realizing the appropriate compensation of aberration.

SOLUTION: This zoom lens 1 has a 1st lens group 11 having negative refractive power, a 2nd lens group 12 having positive refractive power, and a 3rd lens group 13 having positive refractive power in order from an object side. In the lens 1, a positive lens 31, a negative lens 32, a negative meniscus lens 33 whose concave surface faces to an image surface side and a 2nd positive lens 34 are arranged in order from the object side as the 2nd lens group 12. Furthermore, an air gap is made to exist between the lenses 33 and 34. One aspherical lens 41 is provided as the 3rd lens group 13. Thus, the compact and inexpensive zoom lens 1 keeping the high zoom ratio while realizing the appropriate compensation of aberration is obtained.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ズームレンズであって、物体側から順に、
負の屈折力を有する第1レンズ群と、
正の屈折力を有する第2レンズ群と、
正の屈折力を有する第3レンズ群と、を備え、
広角端から望遠端に向けて変化する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の距離が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の距離が増大し、
前記第2レンズ群が物体側から、第1正レンズ、負レンズ、凹面を像面側に向けた負メニスカスレンズ、および、第2正レンズをこれらの順序で有し、前記負メニスカスレンズと前記第2正レンズとの間に空気間隙が存在することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 請求項1に記載のズームレンズであって、
前記第2レンズ群が、前記第1正レンズ、前記負レンズ、前記負メニスカスレンズおよび前記第2正レンズからなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 請求項1または2に記載のズームレンズであって、
前記第2レンズ群の前記負メニスカスレンズと前記第2正レンズとの間の空気間隙の焦点距離を f_{2A} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第2レンズ群の軸上芯厚の和を Σd 、望遠端における全体の焦点距離を f_T 、前記負メニスカスレンズと前記第2正レンズとの間の軸上間隔を d_{2A} 、望遠端における前記第1レンズ群から合焦位置までの全長を L_T として、

【数1】

$$\begin{aligned} 0.2 < f_{2A}/f_3 < 1.5 \\ 0.2 < \Sigma d/f_T < 1.0 \\ 0.003 < d_{2A}/L_T < 0.03 \end{aligned}$$

が満たされることを特徴とするズームレンズ。

【請求項4】 請求項3に記載のズームレンズであって、

【数2】

$$\begin{aligned} 0.4 < f_{2A}/f_3 < 1.3 \\ 0.3 < \Sigma d/f_T < 0.7 \\ 0.008 < d_{2A}/L_T < 0.02 \end{aligned}$$

が満たされることを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載のズームレンズであって、
前記第1レンズ群および前記第2レンズ群が球面レンズのみにより構成され、前記第3レンズ群が、非球面レンズを1つだけ有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項6】 請求項5に記載のズームレンズであって、
前記第3レンズ群が、前記非球面レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項7】 請求項5または6に記載のズームレンズ

であって、
前記非球面レンズが樹脂により成形されることを特徴とするズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルム用カメラ等に用いられるズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、カメラに用いられるズームレンズとして様々なものが知られている。デジタルスチルカメラやビデオカメラ等のように固体撮像素子を用いるカメラでは、固体撮像素子前方にローパスフィルタや色補正フィルタ等が配置される。したがって、固体撮像素子を用いるカメラのズームレンズでは、長いバックフォーカスが必要であり、像面側にある程度のテレセントリック性が求められる。

【0003】このようなズームレンズとして、物体側から負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群により構成されたものが知られており、例えば、特開平7-261083号公報、特開平11-52246号公報および特開2001-66503号公報に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特開平7-261083号公報に記載されたズームレンズのように球面レンズのみを用いる場合、ズームレンズのコンパクト化および収差特性を考慮すると、2倍程度のズーム倍率しか実現することができない。

【0005】一方、特開2001-66503号公報に記載されたズームレンズでは、3つのレンズ群のそれぞれに非球面レンズを組み込むことにより収差特性の改善が図られている。近年ではデジタルスチルカメラ用のズームレンズとしてガラスモールド非球面レンズを多く使ってコンパクト化と高性能化を追求したものが主流となっている。しかしながら、非球面レンズは加工が難しく高価であることから、特開2001-66503号公報のように3つの非球面レンズを用いるとズームレンズの価格が非常に高くなってしまいう問題が生じる。

【0006】特開平11-52246号公報では、非球面レンズを1枚だけ用いたズームレンズが記載されている。しかしながら、この公報に記載されたズームレンズではコンパクトさを重視した設計が行われていないため、非球面レンズを1枚だけ用いる場合にズームレンズの全長が焦点距離に対して長くなっている。

【0007】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、第2レンズ群に注目してコンパクトかつ安価な高性能ズームレンズを実現することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、ズームレンズであって、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを備え、広角端から望遠端に向けて変化する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の距離が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の距離が増大し、前記第2レンズ群が物体側から、第1正レンズ、負レンズ、凹面を像面側に向けた負メニスカスレンズ、および、第2正レンズをこれらの順序で有し、前記負メニスカスレンズと前記第2正レンズとの間に空気間隙が存在する。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のズームレンズであって、前記第2レンズ群が、前記第1正レンズ、前記負レンズ、前記負メニスカスレンズおよび前記第2正レンズからなる。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載のズームレンズであって、前記第2レンズ群の前記負メニスカスレンズと前記第2正レンズとの間の空気レンズの焦点距離を f_{2A} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第2レンズ群の軸上芯厚の和を Σ_{2d} 、望遠端における全体の焦点距離を f_T 、前記負メニスカスレンズと前記第2正レンズとの間の軸上間隔を d_{2A} 、望遠端における前記第1レンズ群から合焦位置までの全長を L_T として、

【0011】

【数3】

$$\begin{aligned} 0.2 < f_{2A}/f_3 < 1.5 \\ 0.2 < \Sigma_{2d}/f_T < 1.0 \\ 0.003 < d_{2A}/L_T < 0.03 \end{aligned}$$

【0012】が満たされる。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載のズームレンズであって、

【0014】

【数4】

$$\begin{aligned} 0.4 < f_{2A}/f_3 < 1.3 \\ 0.3 < \Sigma_{2d}/f_T < 0.7 \\ 0.008 < d_{2A}/L_T < 0.02 \end{aligned}$$

【0015】が満たされる。

【0016】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載のズームレンズであって、前記第1レンズ群および前記第2レンズ群が球面レンズのみにより構成され、前記第3レンズ群が、非球面レンズを1つだけ有する。

【0017】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載のズームレンズであって、前記第3レンズ群が、前記非球面レンズである。

【0018】請求項7に記載の発明は、請求項5または6に記載のズームレンズであって、前記非球面レンズが樹脂により成形される。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一の実施の形態に係るズームレンズ1、並びに、ローパスフィルタ91および像面92（すなわち、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラの固体撮像素子の撮像面）の断面図であり、後述の実施例1のズームレンズを示している。

【0020】ズームレンズ1は、物体側から順に像面側に向かって負の屈折力を有する第1レンズ群11、正の屈折力を有する第2レンズ群12および正の屈折力を有する第3レンズ群13を備える。ズームレンズ1では広角端（広角撮影時の状態）から望遠端（望遠撮影時の状態）に向けて変化する際に、第1レンズ群11と第2レンズ群12との間の距離が減少し、第2レンズ群12と第3レンズ群13との間の距離が増大する。このとき、第1レンズ群11は往復運動を行う。

【0021】第1レンズ群11は3または4枚の球面レンズのみにより構成される。図1に示すズームレンズ1では、物体側から、物体側が凸面の正レンズ21、像面側の曲率半径が小さい負メニスカスレンズ22、負レンズ23および正レンズ24を有する。負メニスカスレンズ22、負レンズ23および正レンズ24は、諸収差を低減するために正負レンズを組み合わせ、さらに、負の屈折力を2つの負レンズにより分担した構造を構成する。最も物体側の正レンズ21は歪曲収差をはじめとする光学特性を一段と向上するために設けられる。正レンズ21が省略される場合には第1レンズ群11は3枚のレンズにより構成される。

【0022】第2レンズ群12は4または5枚のレンズのみにより構成される（5枚のレンズ構成については図17、図21を参照）。図1に示すズームレンズ1では、物体側から、両凸面の正レンズ31、負レンズ32、凹面を像面側に向けた負メニスカスレンズ33、および、正レンズ34が順に配列される。第2レンズ群12の各レンズも球面レンズとなっている。なお、第2レンズ群12が5枚のレンズにより構成される場合には、最も物体側に正レンズが追加される。

【0023】ここで、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2および第3レンズ群により構成されるズームレンズでは、第1レンズ群からの軸外光束は光軸から跳ね上げられて第2レンズ群に入射する。したがって、このような構成のズームレンズでは、一般に第2レンズ群は球面収差の発生要因となり、第2レンズ群を3枚のレンズで構成するとズームレンズのズーム倍率を大きくすることが困難となる。さらに、第1レンズ群で補正不可能な歪曲収差も第2レンズ群にて補正されることが好ましい。

【0024】そこで、図1に示すズームレンズ1では、第2レンズ群12が4または5枚のレンズにより構成される。なお、ズームレンズ1のコンパクト化を最も重視する場合、第2レンズ群12が4枚のレンズにより構成

されることが好ましい。

【0025】ズームレンズ1の第2レンズ群12では、両凸面の正レンズ31および負レンズ32が近接して配置され、所定の間隔を挟んで負メニスカスレンズ33および正レンズ34が近接して配置される。第2レンズ群12を、正、負、負、正の屈折力を有する(単)レンズで構成することにより、第2レンズ群12のベッツバル和を小さく抑えている。さらに、負の屈折力を有する2つレンズの間に所定の間隔を設けることにより、軸外の高い像高まで像面湾曲を補正することを実現している。

【0026】また、第2レンズ群12を正レンズ31および負レンズ32からなる前群(第2レンズ群12を5枚で構成する場合には、正レンズ31の物体側にさらに正レンズが設けられた前群)と、負メニスカスレンズ33および正レンズ34からなる後群とに分けることにより、前群および後群のそれぞれにおいて色収差を補正しつつ像面補正が実現される。前群では正レンズ31と負レンズ32との間に空気間隙を設けることで球面収差の補正効果が得られる。また、3番目のレンズを負メニスカスレンズ33とすることにより、前群からの光が入射する高さを抑えることができ、球面収差の補正効果が得られる。

【0027】さらに、負メニスカスレンズ33と正レンズ34との間に空気間隙が存在するとともにこれらのレンズを近接させることにより、通常より強い屈折力を有する空気レンズが形成され、歪曲収差の補正効果が得られる。負メニスカスレンズ33の凹面が像面側に向けられることにより、コンパクト性を保ちつつ固体撮像素子への結像に求められるテレセントリック性が確保される。

【0028】第3レンズ群13は非球面レンズを1つだけ有するレンズ群とされ、図1に示すズームレンズ1では第3レンズ群13は1枚の非球面レンズ41のみにより構成される。第3レンズ群13は諸収差の補正を目的として設けられ、大きな屈折力は求められない。したがって、非球面レンズ41の加工精度を安定させることができる。また、非球面レンズ41の肉厚差を小さくすることができることから、非球面の加工においてコストを削減することができる。

【0029】なお、ズームレンズ1のコンパクトさを重視する場合、第3レンズ群13は1枚の非球面レンズであることが好ましいが、非球面レンズと他の球面レンズとを組み合わせたものが第3レンズ群13とされてもよい。非球面レンズを1枚とすることにより、ズームレンズ1の性能を高く維持しつつコンパクト化および製造コストの削減が図られる。

【0030】第1レンズ群11および第2レンズ群12は、球面レンズのみにより構成され、ズームレンズ1全体における性能面での安定性が確保される。一方、大き

な屈折力が求められない第3レンズ群13に非球面レンズを用いることにより、非球面レンズの肉厚差を小さくすることが可能となることから、非球面レンズは製作が困難なガラスモールドにより成形される必要はなく、樹脂により成形されてもよい。これにより、一層のコスト削減および性能の安定を図ることができる。

【0031】ズームレンズ1では、さらに、第2レンズ群12の負メニスカスレンズ33と正レンズ34との間の空気レンズの焦点距離を f_{2A} 、第3レンズ群13の焦点距離を f_3 、第2レンズ群12の軸上芯厚の和を Σ_{2d} 、望遠端における全体の焦点距離を f_T 、負メニスカスレンズ33と正レンズ34との間の軸上間隔を d_{2A} 、望遠端における第1レンズ群11から合焦位置までの全長を L_T として、数5ないし数7が満たされる。

【0032】

【数5】

$$0.2 < f_{2A} / f_3 < 1.5$$

【0033】

【数6】

$$0.2 < \Sigma_{2d} / f_T < 1.0$$

【0034】

【数7】

$$0.003 < d_{2A} / L_T < 0.03$$

【0035】なお、軸上芯厚の和 Σ_{2d} は絞りを除いたものであり、全長 L_T においてローパスフィルタ91における距離は空気換算した距離である。

【0036】数5は、負メニスカスレンズ33と正レンズ34との間の空気レンズの焦点距離 f_{2A} を第3レンズ群13の焦点距離 f_3 で正規化した値の条件を示しており、空気レンズの焦点距離を適切なものとするにより歪曲収差の補正とテレセントリック性を確保する条件を示している。

【0037】すなわち、 f_{2A} / f_3 が数5の上限を超えると広角端における歪曲収差の補正が困難となり、テレセントリック性を確保することも困難となる。さらに、望遠端における球面収差の補正不足が大きくなってしまふ。一方、 f_{2A} / f_3 が数5の下限を下回ると空気レンズを形成するための第2レンズ群12の後群が大型化してしまふ。また、広角端における上側光束の発散性が過剰となって像面の正偏位の補正が困難になり、望遠端における球面収差の補正も過剰となる。

【0038】数6は、第2レンズ群12の軸上芯厚の和 Σ_{2d} を望遠端における全体の焦点距離 f_T で除算した値の条件を示しており、ズーム比が大きい場合であってもズームレンズ1をコンパクトとするための条件である。

【0039】第2レンズ群12は球面収差や歪曲収差補正に重要な役割を果たすレンズ群であり、第2レンズ群12の芯圧の和 Σ_{2d} を大きくすることにより収差補正を容易にすることができる。しかしながら、芯圧の和 Σ

d_2 を大きくするとズームレンズ1が大型化してしまうこととなる。すなわち、 $\Sigma d_2 / f_T$ が数6の上限を超えるとレンズ系全体が大型化してしまい、 $\Sigma d_2 / f_T$ が数6の下限を下回ると諸収差の補正を適切に行うことが困難となる。

【0040】数7は、第2レンズ群12の後群の負メニスカスレンズ33と正レンズ34との間の軸上間隔 d_{2A} を望遠端における第1レンズ群11から合焦位置までの全長 L_T で除算した値の条件を示しており、ズーム比が大きい場合であっても第2レンズ群12の後群の収差補正能力を保つための条件である。

【0041】すなわち、 d_{2A} / L_T が数7の上限を超えると収差補正は有利になるがズームレンズ1全体が大型化してしまい、 d_{2A} / L_T が数7の下限を下回れるとズームレンズ1のコンパクト化には有利となるが第2レンズ群12の後群により数5の条件を満たす空気レンズを構成することが困難となる。なお、数7の下限は数5の上限と同等の役割を果たす条件であるともいえる。

【0042】以上の理由により、ズームレンズ1が数5ないし数7を満たすことにより、第2レンズ群12が4または5枚のレンズにより構成されたズームレンズであって、ズーム比が大きく(2~4倍程度)、コンパクトであり、かつ諸収差が適切に補正されたズームレンズ1

が実現される。

【0043】また、数5ないし数7の条件は、第2レンズ群12が4または5枚のレンズにより構成される場合の一般的な好ましい諸条件の範囲を示しており、後述の実施例1ないし6にて裏付けられるように、数8に示す条件とされることがより好ましい。

【0044】

【数8】

$$\begin{aligned} 0.4 < f_{2A} / f_3 < 1.3 \\ 0.3 < \Sigma d_2 / f_T < 0.7 \\ 0.008 < d_{2A} / L_T < 0.02 \end{aligned}$$

【0045】

【実施例】図1は第1実施例におけるレンズ構成を示す図である。表1は各レンズの設計値を示す表であり、表2は第3レンズ群である非球面レンズ(面番号18が非球面)を設計する際に数9にて示される非球面式に代入されるパラメータの値を示す表である。なお、数9において ϵ は2次曲面パラメータであり、本実施例では1とされる。A~Eは非球面の形状を決定するためのパラメータであり、 r は近軸曲率半径である。表3はズームレンズのズームングに係る諸数値を示す表である。

【0046】

【表1】

面番号	曲率半径 r	間隔 d	屈折率 n	アッベ数 v	備考
1	84.489	1.034	1.80610	33.3	
2	-84.489	0.100			
3	17.652	0.476	1.51823	59.0	
4	3.978	1.396			
5	32.048	0.620	1.80610	40.7	
6	7.771	0.570			
7	5.774	1.480	1.84666	23.8	
8	9.480	d_8 可変			
9	∞	0.500			絞り面
10	9.745	2.668	1.72916	54.7	
11	-9.745	0.100			
12	-7.533	0.616	1.84666	23.8	
13	-15.771	0.681			
14	11.885	0.649	1.75211	25.1	
15	7.000	0.600			
16	27.840	1.432	1.72916	54.7	
17	-16.489	d_{17} 可変			
18	16.000	1.500	1.58913	61.3	非球面
19	-28.000	0.800			
20	∞	3.450	1.51680	64.2	
21	∞				

【0047】

【表2】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	-0.304321e-3
B	-0.511393e-6
C	0.314130e-9
D	0.242437e-11
E	0.472740e-14

【0048】

【数9】

$$X = \frac{Y^2}{r + r\sqrt{1 - \epsilon\left(\frac{Y}{r}\right)^2}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + EY^{12}$$

【0049】

【表3】

	広角端	中間位置	望遠端
焦点距離 f	5.8	7.9	10.8
F N o	2.9	3.43	4.0
可変間隔 d8	6.272	3.245	1.000
可変間隔 d17	5.286	8.087	11.955

【0050】図2ないし図4は順に、第1実施例に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す図であり、(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ球面収差、像面湾曲収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0051】なお、(a)における実線および一点鎖線

はd線およびg線における球面収差を示し、波線は正弦条件違反量を示す。(b)における実線および一点鎖線はd線およびg線のサジタル像面における像面湾曲収差を示し、短い波線および長い波線はd線およびg線のメリディオナル像面における像面湾曲収差を示す。他の実施例の収差図においても同様である。

【0052】図5は第2実施例におけるレンズ構成を示す図である。表4は各レンズの設計値を示す表であり、表5は非球面レンズ（面番号18が非球面）を設計する際に数9にて示される非球面式に代入されるパラメータの値を示す表である。表6はズームレンズのズーミングに係る諸数値を示す表である。

【0053】

【表4】

面番号	曲率半径 r	間隔 d	屈折率 n	アッペ数 v	備考
1	72.900	1.040	1.77250	49.6	
2	-72.900	0.100			
3	21.030	0.500	1.51742	52.2	
4	4.080	1.400			
5	-96.000	0.630	1.80450	39.6	
6	7.650	0.520			
7	6.910	1.490	1.84666	23.8	
8	25.520	d8 可変			
9	∞	0.500			絞り面
10	7.830	2.000	1.77250	49.6	
11	-7.830	0.100			
12	-6.356	0.460	1.72825	28.3	
13	-33.800	0.790			
14	24.408	0.590	1.75211	25.1	
15	6.533	0.460			
16	27.059	1.460	1.81600	46.6	
17	-12.114	d17 可変			
18	17.500	1.500	1.49140	57.8	非球面
19	-41.000	0.450			
20	∞	3.450	1.51680	64.2	
21	∞				

【0054】

【表5】

パラメータ	値
ε	1.000000
A	-0.301676e-3
B	-0.550604e-6
C	0.109426e-9
D	0.187316e-11
E	0.358675e-14

	広角端	中間位置	望遠端
焦点距離 f	5.812	7.9	10.8
F N o	2.95	3.41	3.97
可変間隔 d8	6.851	3.504	1.001
可変間隔 d17	5.286	7.614	10.849

【0055】

【表6】

【0056】図6ないし図8は順に、第2実施例に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す図であり、(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ球面収差、像面湾曲収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0057】図9は第3実施例におけるレンズ構成を示す図である。表7は各レンズの設計値を示す表であり、表8および表9は非球面レンズ（面番号18が表8による非球面、面番号19が表9による非球面）を設計する

際に数9にて示される非球面式に代入されるパラメータの値を示す表である。表10はズームレンズのズームングに係る諸数値を示す表である。

【0058】

【表7】

面番号	曲率半径 r	間隔 d	屈折率 n	アッベ数 v	備考
1	24.556	1.799	1.72916	54.7	
2	-541.108	0.100			
3	14.458	0.649	1.48749	70.5	
4	5.708	2.397			
5	-36.217	0.550	1.80450	39.6	
6	5.275	0.698			
7	6.179	1.498	1.84666	23.8	
8	16.100	d8 可変			
9	∞	0.600			絞り面
10	9.067	1.734	1.77250	49.6	
11	-9.067	0.138			
12	-6.818	0.509	1.72825	28.3	
13	-28.258	0.704			
14	18.706	0.562	1.74077	27.8	
15	7.500	0.500			
16	-100.000	1.204	1.75500	52.3	
17	-9.443	d17 可変			
18	30.000	1.300	1.49140	57.8	非球面
19	-55.000	1.000			非球面
20	∞	3.450	1.51680	64.2	
21	∞				

【0059】

【表8】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	-0.619425e-4
B	0.631814e-6
C	0.243486e-8
D	0.568010e-11
E	0.364656e-14

	広角端	中間位置	望遠端
焦点距離 f	5.827	9.7	16.2
FN ϕ	2.93	3.63	4.83
可変間隔 d8	11.315	5.320	1.700
可変間隔 d17	5.504	10.095	17.800

【0060】

【表9】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	0.317308e-4
B	-0.628557e-6
C	-0.205546e-8
D	-0.472101e-11
E	-0.202919e-14

【0061】

【表10】

【0062】図10ないし図12は順に、第3実施例に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す図であり、(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ球面収差、像面湾曲収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0063】図13は第4実施例におけるレンズ構成を示す図である。表11は各レンズの設計値を示す表であり、表12および表13は非球面レンズ(面番号18が表12による非球面、面番号19が表13による非球面)を設計する際に数9にて示される非球面式に代入されるパラメータの値を示す表である。表14はズームレンズのズームングに係る諸数値を示す表である。

【0064】

【表11】

面番号	曲率半径 r	間隔 d	屈折率 n	アッペ数 v	備考
1	24.091	2.000	1.72916	54.7	
2	1999.852	0.100			
3	15.530	0.700	1.48749	70.5	
4	5.800	2.400			
5	-38.400	0.600	1.80610	40.7	
6	5.460	0.700			
7	6.353	1.580	1.84666	23.8	
8	15.966	d_8 可変			
9	∞	1.000			絞り面
10	10.050	1.840	1.77250	49.6	
11	-10.050	0.140			
12	-7.249	0.520	1.74077	27.8	
13	-26.580	0.900			
14	30.890	0.630	1.74077	27.8	
15	9.000	0.490			
16	-236.229	1.380	1.75500	52.3	
17	-9.260	d_{17} 可変			
18	25.000	1.500	1.49140	57.8	非球面
19	-45.000	1.000			非球面
20	∞	3.450	1.51680	64.2	
21	∞				

【0065】

【表12】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	-0.532957e-4
B	0.649084e-6
C	0.246287e-8
D	0.571650e-11
E	0.368705e-14

【0066】

【表13】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	0.233362e-4
B	-0.644630e-6
C	-0.208182e-8
D	-0.475680e-11
E	-0.206939e-14

【0067】

【表14】

	広角端	中間位置	望遠端
焦点距離 f	5.818	9.7	16.2
FNo	2.93	3.62	4.87
可変間隔 d_8	10.806	4.870	1.300
可変間隔 d_{17}	5.504	10.685	19.360

【0068】図14ないし図16は、第4実施例に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す図であり、(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ球面収差、像面湾曲収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0069】図17は第5実施例におけるレンズ構成を示す図である。なお、第5実施例に係るズームレンズでは第2レンズ群が5枚のレンズで構成され、第3レンズ群がズームングに際して像面側に移動する（第6実施例においても同様）。表15は各レンズの設計値を示す表であり、表16および表17は非球面レンズ（面番号20が表16による非球面、面番号21が表17による非球面）を設計する際に数9にて示される非球面式に代入されるパラメータの値を示す表である。表18はズームレンズのズームングに係る諸数値を示す表である。

【0070】

【表15】

面番号	曲率半径 r	間隔 d	屈折率 n	アッベ数 v	備考
1	88.197	2.200	1.51823	59.0	
2	-50.299	0.100			
3	29.309	0.700	1.75500	52.3	
4	5.955	2.700			
5	-27.724	0.650	1.58913	61.3	
6	14.915	0.500			
7	10.480	1.750	1.68893	31.2	
8	91.605	d8 可変			
9	∞	0.600			絞り面
10	7.798	1.750	1.67790	50.6	
11	-33.822	0.100			
12	9.614	1.500	1.62374	47.1	
13	67.666	0.330			
14	-14.965	0.650	1.75520	27.5	
15	7.745	0.900			
16	12.853	0.700	1.67270	32.2	
17	7.000	0.400			
18	16.692	1.400	1.74330	49.2	
19	-18.692	d19 可変			
20	25.000	1.500	1.49140	57.8	非球面
21	-45.000	d21 可変			非球面
22	∞	3.450	1.51680	64.2	
23	∞				

【0071】

【表16】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	-0.714167e-4
B	0.746507e-6
C	0.283855e-8
D	0.667359e-11
E	0.578438e-14

【0072】

【表17】

パラメータ	値
ϵ	1.000000
A	0.458872e-4
B	-0.712555e-6
C	-0.236776e-8
D	-0.549631e-11
E	-0.357773e-14

【0073】

【表18】

	広角端	中間位置	望遠端
焦点距離 f	5.83	11.2	21.5
F N o	2.70	3.75	5.68
可変間隔 d8	17.201	7.223	1.700
可変間隔 d19	5.504	13.301	25.881
可変間隔 d21	2.500	1.300	0.500

【0074】図18ないし図20は、第5実施例に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す図であり、(a)、(b)、(c)、

(d)はそれぞれ球面収差、像面湾曲収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0075】図21は第6実施例におけるレンズ構成を示す図である。表19は各レンズの設計値を示す表であり、表20および表21は非球面レンズ（面番号20が表20による非球面、面番号21が表21による非球面）を設計する際に数9にて示される非球面式に代入されるパラメータの値を示す表である。表22はズームレンズのズームングに係る諸数値を示す表である。

【0076】

【表19】

面番号	曲率半径 r	間隔 d	屈折率 n	アッペ数 ν	備考
1	35.514	2.100	1.51823	59.0	
2	-87.111	0.100			
3	23.118	0.700	1.72916	54.7	
4	5.475	2.800			
5	-30.825	0.600	1.62041	60.3	
6	29.946	0.500			
7	9.184	1.600	1.80518	25.5	
8	15.984	d_8 可変			
9	∞	0.600			絞り面
10	11.200	1.550	1.77250	49.6	
11	-30.374	0.100			
12	10.334	1.420	1.75500	52.3	
13	88.161	0.300			
14	-19.997	0.530	1.75520	29.5	
15	10.405	0.900			
16	13.499	0.660	1.69895	30.1	
17	7.440	0.680			
18	231.053	1.380	1.77250	49.6	
19	-13.872	d_{19} 可変			
20	25.000	1.500	1.49140	57.8	非球面
21	-45.000	d_{21} 可変			非球面
22	∞	3.450	1.51680	64.2	
23	∞				

【0077】
【表20】

パラメータ	値
E	1.000000
A	-0.456987e-4
B	0.762652e-6
C	0.280904e-8
D	0.652626e-11
E	0.540342e-14

【0078】
【表21】

パラメータ	値
E	1.000000
A	0.187200e-4
B	-0.738944e-6
C	-0.237163e-8
D	-0.542754e-11
E	-0.336738e-14

【0079】
【表22】

	広角端	中間位置	望遠端
焦点距離 f	5.83	11.2	21.5
FNo	2.70	3.66	5.44
可変間隔 d_8	17.234	7.234	1.700
可変間隔 d_{19}	5.604	12.97	24.936
可変間隔 d_{21}	3.000	1.800	1.000

【0080】図22ないし図24は、第6実施例に係るズームレンズの広角端、中間位置および望遠端における諸収差を示す図であり、(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ球面収差、像面湾曲収差、歪曲収差および倍率色収差を示す。

【0081】表23は第1ないし第6実施例における数5ないし数7の数式部分の値を示す表である。

【0082】

【表23】

	f_{2A}/f_3	$\Sigma d/f_T$	d_{2A}/L_T
実施例1	1.24	0.63	0.019
実施例2	0.87	0.59	0.015
実施例3	0.41	0.33	0.012
実施例4	0.62	0.36	0.011
実施例5	1.06	0.36	0.008
実施例6	0.60	0.35	0.014

【0083】

【発明の効果】本発明によれば、適切な収差補正を行いつつ高いズーム比のコンパクトなズームレンズを実現することができる。また、非球面レンズを1つとすることによりズームレンズの製造コストを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図2】第1実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す図である。

【図3】第1実施例のズームレンズの中間位置における諸収差を示す図である。

【図4】第1実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す図である。

【図5】第2実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図6】第2実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す図である。

【図7】第2実施例のズームレンズの中間位置における

諸収差を示す図である。

【図8】第2実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す図である。

【図9】第3実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図10】第3実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す図である。

【図11】第3実施例のズームレンズの中間位置における諸収差を示す図である。

【図12】第3実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す図である。

【図13】第4実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図14】第4実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す図である。

【図15】第4実施例のズームレンズの中間位置における諸収差を示す図である。

【図16】第4実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す図である。

【図17】第5実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図18】第5実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す図である。

【図19】第5実施例のズームレンズの中間位置における諸収差を示す図である。

【図20】第5実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す図である。

【図21】第6実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図22】第6実施例のズームレンズの広角端における諸収差を示す図である。

【図23】第6実施例のズームレンズの中間位置における諸収差を示す図である。

【図24】第6実施例のズームレンズの望遠端における諸収差を示す図である。

【符号の説明】

1 ズームレンズ

11 第1レンズ群

12 第2レンズ群

13 第3レンズ群

31 正レンズ

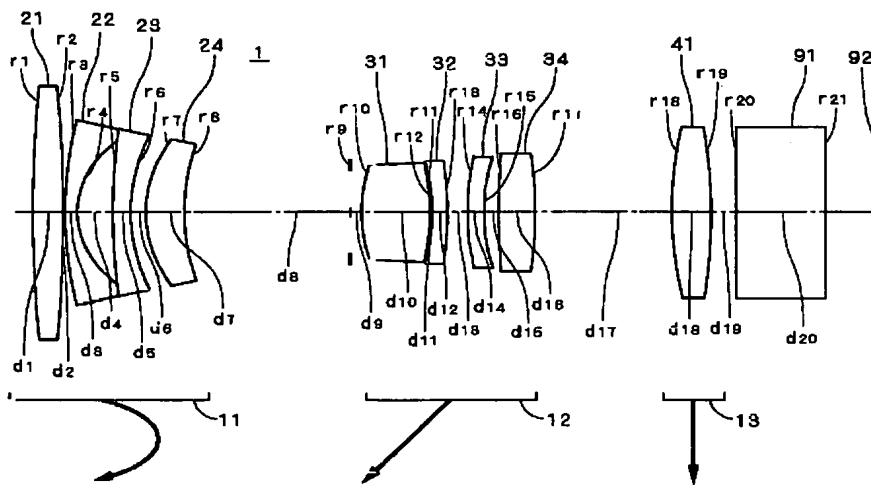
32 負レンズ

33 負メニスカスレンズ

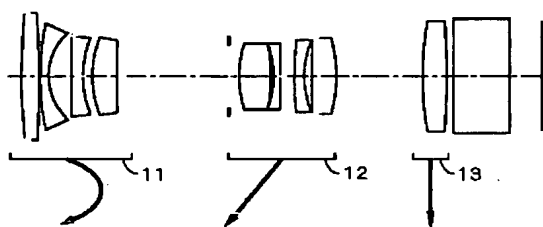
34 正レンズ

41 非球面レンズ

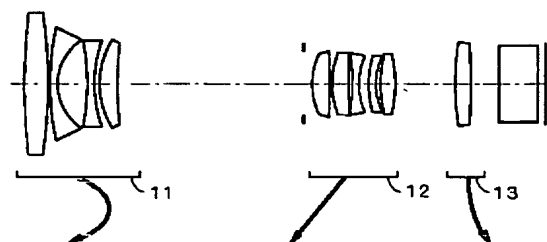
【図1】



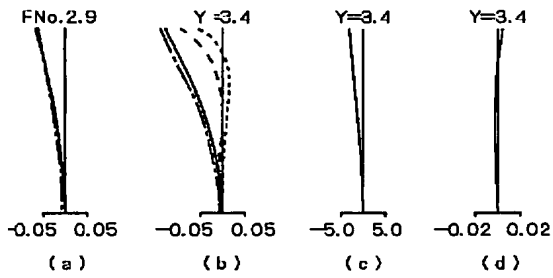
【図5】



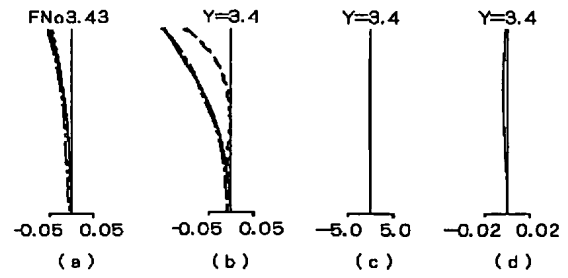
【図17】



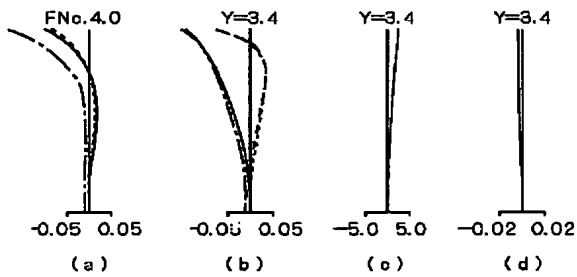
【図2】



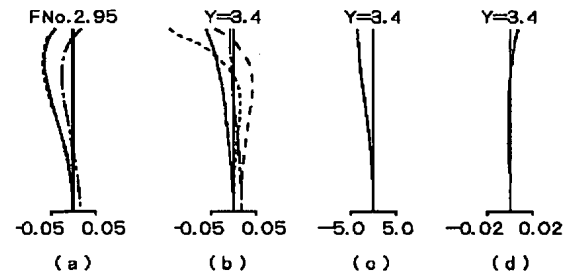
【図3】



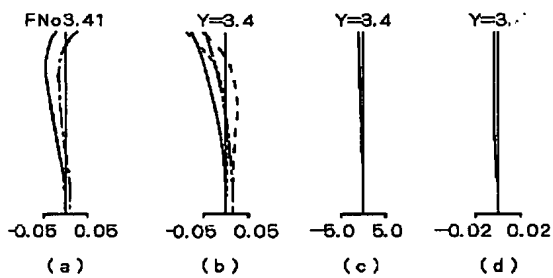
【図4】



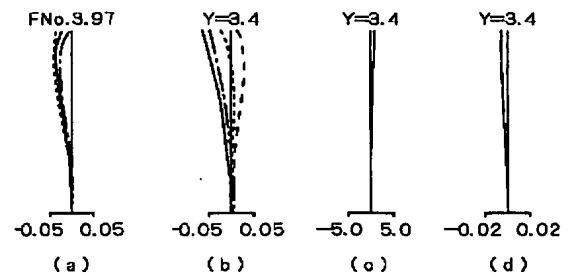
【図6】



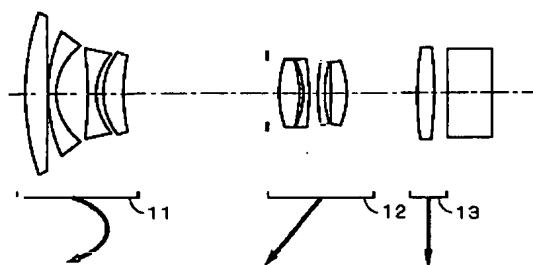
【図7】



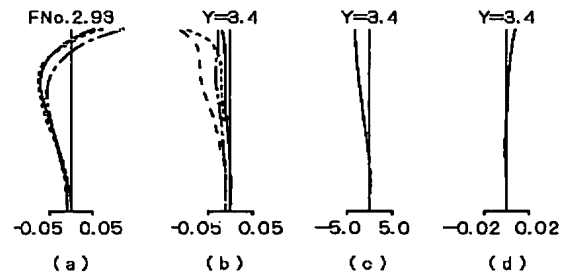
【図8】



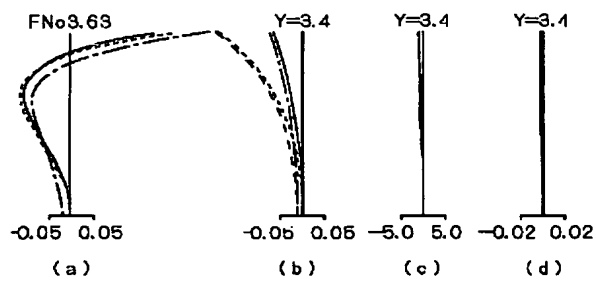
【図9】



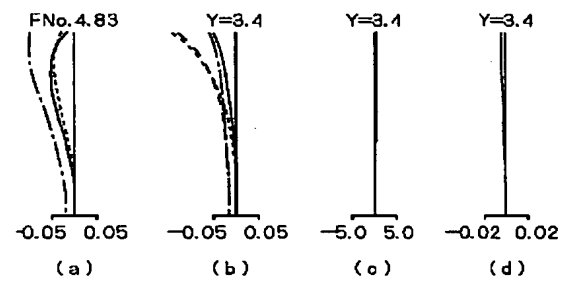
【図10】



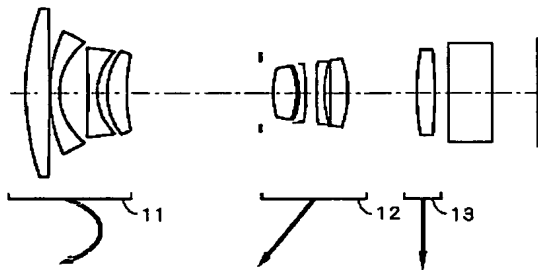
【図11】



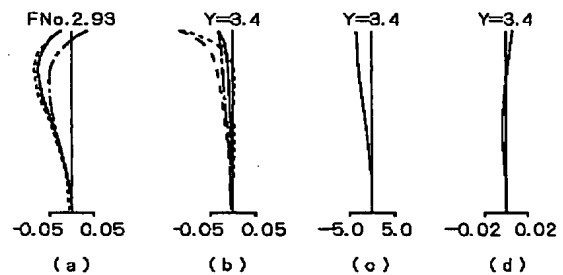
【図12】



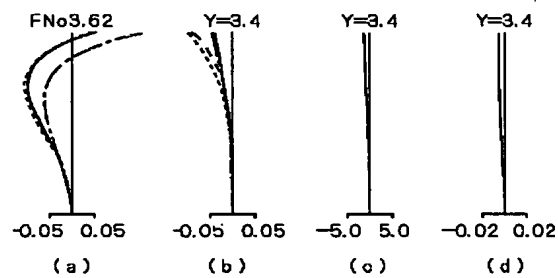
【図13】



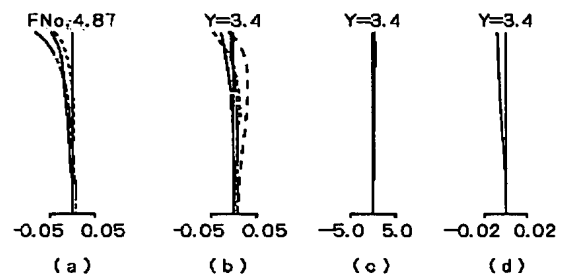
【図14】



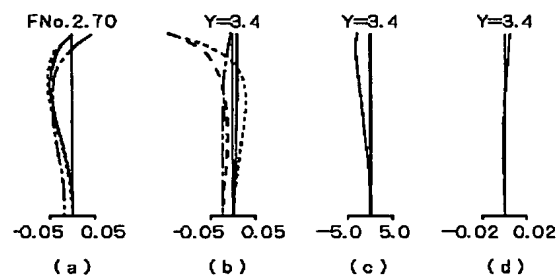
【図15】



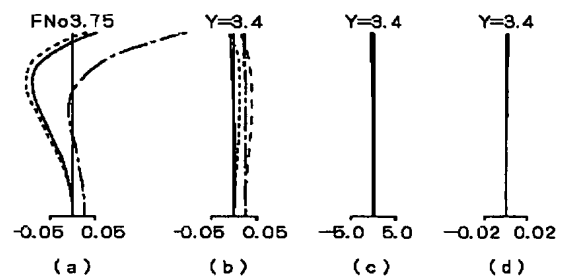
【図16】



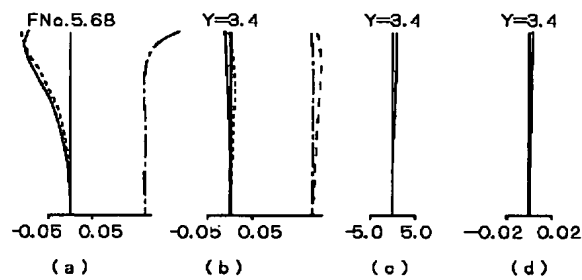
【図18】



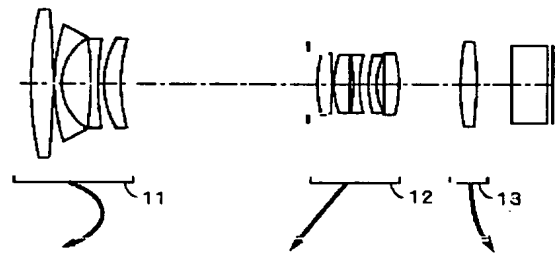
【図19】



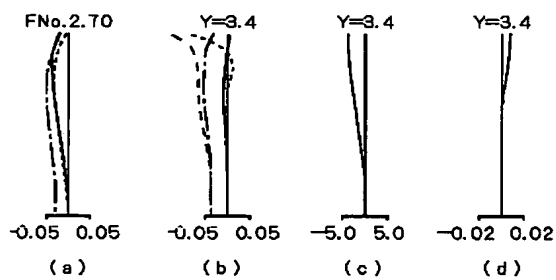
【図20】



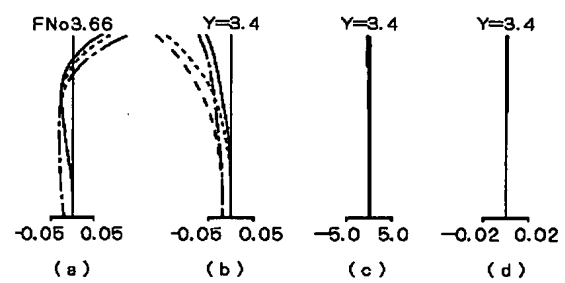
【図21】



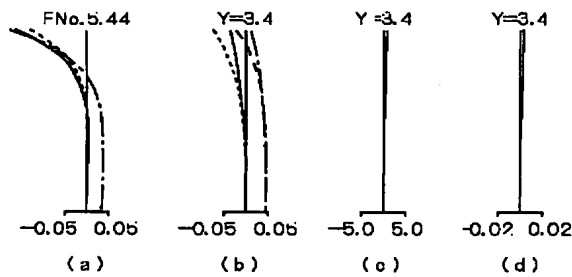
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 PA09 PA10 PA17
PB09 PB10 QA02 QA07 QA14
QA22 QA26 QA34 QA41 QA46
RA05 RA12 RA13 RA36 RA42
RA44 SA14 SA16 SA19 SA62
SA63 SA64 SA74 SB05 SB15
SB16 SB22 UA01

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10123418
PUBLICATION DATE : 15-05-98

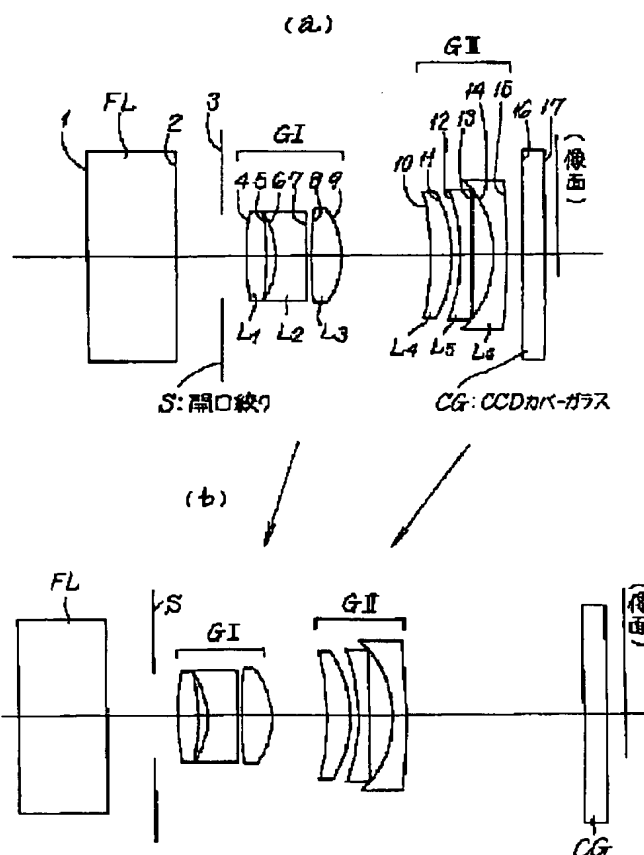
APPLICATION DATE : 17-10-96
APPLICATION NUMBER : 08274693

APPLICANT : RICOH CO LTD;

INVENTOR : OHASHI KAZUYASU;

INT.CL. : G02B 15/16 G02B 13/18

TITLE : FRONT DIAPHRAGM TWO-GROUP
ZOOM LENS



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a compact and high-performance zoom lens excellent in telecentricity, having good performance and having a variable power ratio such as about 2.

SOLUTION: This zoom lens is constituted by successively arranging 1st and 2nd groups from an object side to an image side, and the 1st group GI has positive refractive power and the 2nd group GII has negative refractive power, then the zoom lens is provided with an aperture diaphragm S moving integrally with the 1st group GI at the time of zooming on the object side of the 1st group GI. The 1st group GI is constituted by successively arranging a 1st lens L₁ whose both surfaces are convex, a 2nd lens L₂ being a negative lens whose high-curvature surface is turned to the object side, and a 3rd lens L₃ whose both surfaces are convex and whose high-curvature surface is turned to the image side from the object side. The 2nd group GII is constituted of three or less lenses, and one or more surfaces of the 1st group GI are aspherical.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO